

## مقاله علمی (مروری بر مقالات)

## اتوکلاو در دندانپزشکی

دکتر سیمیندخت زرآتی\*

## خلاصه

در سالهای اخیر توجه به مسئله کنترل عفونت در دندانپزشکی در مقایسه با گذشته ابعاد تازه‌ای به خود گرفته است. خبرسازیهایی بعضی از نشریات همراه با تأکید برخی مقامات مسؤول بر رابطه ایدز و دندانپزشکی موجب نگرانی همکاران و افزایش دلهره بیماران شده است. اینکه اصول حفاظت فردی و سترون‌سازی کاملاً رعایت شود و بر آن تأکید گردد تنها به دلیل وجود ویروس ایدز نیست. بلکه در اعمال دندانپزشکی خطر انتقال بسیاری از عفونت‌های دیگر وجود دارد که از ویروس ایدز بسیار مقاومترند.

از مدتها قبل الزام به داشتن اتوکلاو برای مطب‌های دندانپزشکی از سوی برخی مسؤولان اعلام گردید. به همین دلیل اتوکلاوهای متعدد و گوناگونی وارد کشور شد و در همین راستا شرکتهایی در داخل ایران اقدام به ساخت آنها کردند. گفته می‌شود اتوکلاو بهترین دستگاه جهت استریل کردن وسایل دندانپزشکی است، بدین جهت که وسایل تحت فشار بخار آب داغ شده و در حرارت زیاد در شرایطی قرار می‌گیرند که فراتر از ظرفیت حیاتی میکروارگانیسم‌هاست.

انتخاب هر دستگاه برای خرید و سرمایه‌گذاری برای آن و کاربرد صحیح آن نیازمند دانش و آگاهی در این زمینه می‌باشد. در این مقاله جنبه‌های مختلف در مورد دستگاه اتوکلاو، انواع آن و نکات مهم در ارتباط با کنترل و حفظ فرآیند استریلیزاسیون در اتوکلاو آورده شده است.

کلمات کلیدی: اتوکلاو - دندانپزشکی - سترون‌سازی

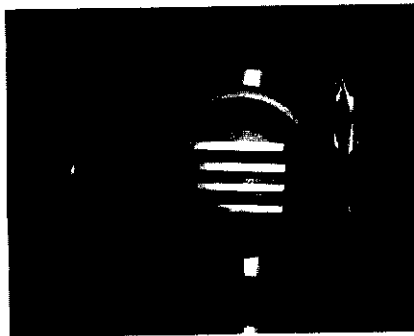
\* - استادیار گروه آموزشی پروتزهای متحرک فک و صورت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

استریلیزاسیون معمولاً برای نابودسازی باکتری‌ها و اسپورها انجام می‌شود، چون آنچه که موجب نابودی باکتری‌ها می‌گردد در مورد سایر میکروارگانیسم‌ها نیز صدق می‌کند (۱).

اهمیت استریلیزاسیون اسپورها به دلیل دشواری در نابودسازی آنها در مقایسه با سلول‌های تکثیر شونده است، سلول‌های تکثیر شونده بسیاری از باکتری‌ها که موجب عفونت می‌شوند به سرعت در دمای شصت درجه سانتی‌گراد نابود می‌گردند، بنابراین در دمای آب جوش به آسانی از بین خواهند رفت. ولی اسپورها در دمای آب جوش حتی پس از ساعتها نابود نخواهند شد. همین شرایط برای استریل کردن با دستگاه فور نیز صحت دارد. بنا به دلایلی دمای لازم برای نابود ساختن سلول‌های تکثیر شونده و اسپورها با استفاده از حرارت خشک (فور) بیشتر از حرارت مرطوب است (۱).

آنچه که در اتوکلاو مهم است گرمای نهفته‌ای است که با بخار تحت فشار حمل می‌شود. اگر چه رطوبت موجود در بخار کمک می‌کند اما این گرماست که میکروارگانیسم‌ها را از بین می‌برد (۱). گفته می‌شود اتوکلاو بهترین دستگاه جهت استریل کردن وسایل دندانپزشکی است (۲). بسته‌های حاوی وسایل، تحت فشار بخار آب داغ شده و در حرارت زیاد، در شرایطی قرار می‌گیرند که فراتر از ظرفیت حیاتی میکروارگانیسم‌هاست (۲ و ۳).

اتوکلاو شامل یک اتاقک است که توسط بخار آب تحت فشار، پر می‌شود. برای گذاشتن و برداشتن وسایل، این اتاقک باز شده و بعد کاملاً بسته می‌شود تا بتواند بخار آب فشرده را در خود نگاه دارد (شکل ۱)



شکل ۱

در قرن نوزدهم برای اولین بار، اتوکلاوهای بخار برای استریل کردن مایعات به کار گرفته شد ولی با پیشرفت علم و فناوری، در حال حاضر از این دستگاه برای حالات متفاوتی از قبیل مایعات، تجهیزات و سایر موارد استفاده می‌شود(۳).

سرعت افزایش یا کاهش دما به روش استریلیزاسیون بستگی دارد. گرم شدن دستگاه فور در مقایسه با اتوکلاو کندتر است زیرا بخار از نظر هدایت گرمایی سریعتر از هوا عمل می‌کند، برای مثال عمل استریلیزاسیون در دستگاه اتوکلاو در دمای ۱۳۴ درجه و زمان سه دقیقه با احتساب زمان افزایش و کاهش دما، در دستگاه فور، سی دقیقه به طول می‌انجامد (۴).

نفوذپذیری گرمای مرطوب زیاد و این روش از دیگر روشهای سترون کردن مؤثرتر و کم دردسستر است. از دیگر مزایایی که برای آن ذکر می‌شود(۵) عبارتند از: ارزانی، پیچیده نبودن و نیز امکان واریسی و پایش ساده، چرخه زمانی کوتاه و خاصیت میکروب‌کشی سریع، سمی نبودن، نفوذ راحت به داخل بسته‌بندی و سوراخ و شکاف وسایل و ابزار و کمتر از دیگر فرآیندهای سترون کردن تحت تأثیر مواد آلی و غیر آلی قرار می‌گیرد.

اگر وسیله‌ای بتواند گرما و رطوبت را تحمل کند این روش بسیار مناسب است. اصول کار اتوکلاو همانند زودپزهای خانگی است و حتی سازمان جهانی بهداشت و یونسف اتوکلاوی ارزان قیمت به همین شکل را به بازار عرضه کرده‌اند. هنگامی که فشار روی آب در حال گرم شدن بیشتر از فشار هوای خارج باشد، آب در دمای بالاتری به جوش می‌آید. بنابراین با بالا بودن فشار می‌توان بخاری با دمای بیشتر از صد درجه سانتی‌گراد تولید کرد.

در واقع اصول کار این است که بخار در فشار و دمای مشخص و به مدت زمان معین بدون وجود هوا باید در تماس مستقیم با اقلامی قرار بگیرد که می‌بایست سترون شوند (۵).

اتوکلاو ماشینی است که با استفاده از بخار تحت فشار وسایل را سترون می‌کند. گمان می‌رود این دستگاه با فرآیند دگرگونی ماهیت (دنا تورا سیون) میکروارگانیزم‌ها را می‌کشد ولی بدون شک اکسیداسیون نیز اتفاق می‌افتد. به عبارت دیگر این دستگاه با استفاده از عوامل دما، بخار، فشار و زمان عملکرد داشته و میکروارگانیزم‌ها در مجاورت حرارت مرطوب آب را جذب و مواد پروتئینی آنها منعقد شده از بین می‌رود و مطمئنترین روش استریلیزاسیون شمرده می‌شود(۶). گذشته از اهمیت مسئله پیشگیری و کنترل عفونت و جنبه‌های مختلف آن، آنچه امروز بیشتر به عنوان یک مظهر به چشم می‌خورد و مورد دقت نظر قرار می‌گیرد وجود اتوکلاو در

مطبها و مراکز دندانپزشکی است، با توجه به دستگاههای اتوکلاو متعدد و غالباً گران قیمت، دارا بودن دانش بیشتر در این زمینه بسیار مؤثر می باشد.

### مشخصات کلی اتوکلاو

اتوکلاوها بر اساس حذف هوای داخل محفظه به دو دسته تقسیم می شوند (۶).

۱- Gravity که بر اساس تغییر قوه ثقل جهت جابه جایی هوا و بخار عمل می کند.

۲- Prevacum که بر اساس مکش توسط پمپ و با سرعت عمل می نماید.

اتوکلاوها از نظر حجم در محدوده پنج تا هزار لیتر به بالا می باشند.

جنس بدنه باید از استیل و جنس مخزن نیز از استیل ضد زنگ، ضد اسید، ضد باز و ضد مغناطیس باشد و ضخامت کمتر از چهار میلی متر نداشته باشد.

درب دستگاه بایستی از فولاد ضد زنگ بوده و ضخامت آن کمتر از شش میلی متر نباشد. درب دستگاه باید دارای واشر نسوز و قفل ایمنی باشد.

فشارسنجها کالیبره باشند، شیرهای بخار و آب و همچنین لوله کشی آب و بخار اصولی و آب بندی شده باشند. همچنین صافی و فیلترهای مناسب هوا و بخار سوپاپ اطمینان، تله بخار، ترموتر و تایمر داشته باشند.

مولد بخار مناسب، سیستم برق کشی اصولی با تابلوی برق دارای درب ضد رطوبت و محافظ مدار، ارت و سویچ قطع برق باشد، همچنین در صورت استفاده از آب در دستگاه برای تولید بخار آب باید فاقد ناخالصی باشد. واحد فشارسنجها به یکی از این واحدها می باشد (۶).

$$= (\text{کیلوپاسکال}) \text{ kpa } 100 = (\text{بار}) \text{ bar } 1 = (\text{اتسمفر}) \text{ atm } 1$$

$$(\text{میلی متر جیوه}) \text{ mmHg } 750 = (\text{پوند بر اینچ مربع}) \text{ psi } 14/5$$

در اتوکلاوهای پیشرفته به نام اتوکلاوهای تخلیه ای<sup>۳</sup> که دارای دستگاه تخلیه هوا می باشند هوای اضافی با یک پمپ تخلیه هوا خالی می شود. این اتوکلاوها گران و بسیار وقت گیر هستند و اغلب در کارهای دندانپزشکی استفاده نمی شود (۱).

اتوکلاوهایی که دستگاه تخلیه ندارند از فشار بخار وارده به دستگاه جهت خروج هوای اضافی استفاده می کنند. طرح اتوکلاوهایی که دستگاه تخلیه هوا ندارند تا حدی پیشرفت کرده

\*- Vaccum-Autoclaves

است و نوع جدید آنها تقریباً در خارج کردن هوا با اتوکلاوهای تخلیه‌ای برابری می‌کنند. به این ترتیب هوای زیادی در اتوکلاو باقی نمی‌ماند(۱)، ولی اگر اتوکلاو بیشتر از حد معمول از ابزار و وسایل پر شود وجود این هوا اجتناب‌ناپذیر است (۱).

اتوکلاوهای ساده کوچک، توسط مؤسسه استاندارد بریتانیا (Institution British Standards) تحت عنوان استریل کننده‌های بخاری قابل حمل تقسیم بندی شده است. بعضی از این دستگاهها پس از استریل کردن وسایل، بخار آب را سرد و متراکم می‌کند و به صورت قطرات آب در داخل محفظه استریل کننده نگاه می‌دارند. مدل‌های جدیدتر به وسیله گرمای الکتریکی، سینی وسایل را خشک می‌نمایند(۲).

اتوکلاوهای مدرن برای حصول اطمینان از انجام استریلیزاسیون، از برنامه‌ریزی و تنظیم الکترونیکی شرایط درون محفظه بخار، بهره می‌برند(۳).

اتوکلاوهایی که در مطبهای دندانپزشکی استفاده می‌شوند (انواع رومیزی) معمولاً در چهار چرخه عمل می‌کنند (۵):

۱- چرخه گرم شدن

۲- چرخه سترون کردن

۳- چرخه برداشتن فشار

۴- چرخه خشک کردن

زمان گرم کردن به طور خودکار به زمان سترون کردن افزوده می‌شود. در برخی اتوکلاوها که چرخه خشک کردن به شکل خودکار وجود ندارد، پس از پایان چرخه دو، در اتوکلاو را باید حدود یک تا دو سانتی متر باز گذاشت تا رطوبت خارج شود. بدین ترتیب، پس از پایان مرحله چهار بسته‌بندی مرطوب نخواهد بود و بنابراین آلودگی هم رخ نمی‌دهد(۵).

این زمان برای از بین بردن پرپون‌ها تفاوت می‌کند. با وجود این آنچه در اتوکلاو اهمیت دارد، وجود بخار بدون وجود هواست که جز در اتوکلاوهایی که در آنها با مکنده، هوا خارج می‌شود، در بقیه و بیشتر اتوکلاوها (شامل انواع آزمایشگاهی و رومیزی) هوا به سبب سبکتر بودن بخار به بخش پائینی رانده می‌شود و بنابراین، هوا به طور ناقص از فرآیند سترون کردن حذف می‌شود. به همین دلیل بر خلاف نوع نخست، بخار به سرعت نمی‌تواند وارد فضاهای منفذدار شود. برخی نویسندگان توصیه می‌کنند که زمان سترون کردن در مورد ملزومات

بیمارستانی بسته‌بندی شده‌ای که در اتوکلاوهای معمولی بدون مکنده هوا قرار می‌گیرند، به سی دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد(۵). در انگلستان توصیه بر این است که اگر دندانپزشکی از اتوکلاوی استفاده می‌کند که دستگاه مکنده هوا ندارد، نباید ابزارها را بسته بندی کند، ولی در ایالات متحده بیشتر دندانپزشکان این نوع اتوکلاوها را دارند که بسیار ارزاتر است و بنا به توصیه CDC\* و ADA\*\* ابزارها بسته‌بندی می‌شوند(۵).

حرارت و زمان لازم برای اتوکلاو کردن در جدول (۱) مشخص شده است(۱).

جدول ۱- حرارت و زمان لازم برای اتوکلاو

حرارت (درجه سانتی‌گراد)	حداقل زمان لازم (دقیقه)
۱۳۴-۱۳۸	۳
۱۲۶-۱۳۹	۱۰
۱۲۱-۱۲۴	۱۵
۱۱۵-۱۱۸	۳۰

برای ایجاد شرایط فوق ۱۵ پوند فشار بر اینچ مربع که حدود یک اتمسفر می‌باشد نیاز است(۳). البته باید مدت اضافی به عنوان عامل ایمنی در نظر گرفت تا حرارت به مرکز بسته‌های حاوی وسایل برسد، طول مدت استریلیزاسیون بستگی به میزان وسایل و ماهیت مواد استریل شونده فرق می‌کند، بخار معمولاً از میان اکثر پارچه‌های جراحی و کیسه‌های بخاری عبور کرده و باعث مرگ تمامی اشکال میکروبی می‌گردد و در مواقعی که پارچه‌های کلفت در اطراف وسایل باشند، حداکثر زمان به منظور استریلیزاسیون سی دقیقه می‌باشد(۳).

با پیشرفت در فناوری استریل کردن وسایل می‌توان از دما و فشار بالاتر در مدت کمتر استفاده کرد(۳). منطقی است که به هنگام خرید اتوکلاوهای رومیزی باید به موارد ذکر شده در راهنمای سازنده محصول توجه کرد. همچنین توجه به نکات زیر ضروری است:

الف) ابزارهایی که داخل اتوکلاو قرار می‌گیرند باید به صورتی چیده شوند که بین آنها فاصله باشد تا هوا بتواند خارج شود و بخار بین آنها جریان پیدا کند.

\*- Centers for Disease Control

\*\* - American Dental Association

ب) هیچ گاه از آب شیر یا آب جوشیده به جای آب مقطر داخل اتوکلاو نباید استفاده شود، زیرا آب شیر دارای املاح مختلف همچون کلسیم است که درون لوله‌ها و محفظه اتوکلاو، همچنین روی ابزار سترون کردنی رسوب می‌کند و ممکن است به اتوکلاو آسیب برساند(۵).  
 ج) باید تمام سطوح داخلی اتوکلاو را به طور منظم بازدید و با آب مقطر پاکیزه کرد. برخی از سازندگان اتوکلاوهای رومیزی، شوینده‌های خاصی را برای پاکیزه کردن داخل اتوکلاو توصیه می‌کنند(۵).

به عنوان قاعده کلی بهتر است پس از بار زدن اتوکلاو از حرکت و جابه‌جایی بخار در تمام نقاط آن اطمینان حاصل کرد. اتوکلاوهای جدید امروزی دارای یک وسیله حساس به حرارت یا ترموکویل می‌باشند که به یک ریزپردازنده متصل است و به طور خودکار حرارت کافی به تمام وسایل می‌رسانند(۱).

### مشکلات مربوط به اتوکلاو بخار

گرچه استفاده از اتوکلاوها از راههای مؤثر برای سترون کردن وسایل می‌باشند، اما مضراتی نیز دارند. زنگ زدن وسایل و نمودار بودن وسایل بعد از پایان فرآیند سترون یکی از مضرات می‌باشد (۱).

زنگ زدن وسایل تقریباً یک مشکل حل نشدنی است. مواد مختلفی مثل نیترات سدیم ۱٪ (w/v) را می‌توان جهت حل این مشکل بکار برد اما این مواد پس مانده‌هایی دارند که پاک کردنشان مشکل است. نمودار بودن وسایل را می‌توان با خریدن یک اتوکلاو مجهز به دستگاه خشک کن برطرف کرد(۱).

روش ارجح سترون کردن ابزارها، قرار دادن در اتوکلاو است، ولی تمام وسایل و ابزارها را نمی‌توان به این روش سترون کرد، زیرا ممکن است آسیب ببینند. از جمله وسایلی که نمی‌توان آنها را در بخار اتوکلاو سترون کرد آنهایی هستند که تمامی قسمتهایشان از فولاد زنگ نزن ساخته نشده است، یا ابزارهایی که برای برش یا تراش به کار می‌رود که با قرار گرفتن در اتوکلاو به تدریج کند می‌شود. فرزها، قلم‌های جرم‌گیری، پلایرهای ارتودنسی، هکت‌ها\*، هو\*\* و لبه

\*- Hacket

\*\*- Hoe

نگهدارنده برخی فورسپس‌ها با قرار گرفتن در اتوکلاو تدریجاً کُند می‌شود و باید با فور سترون شود. پانچ\* و کلامپ‌هایی که برای رابردم به کار می‌روند نیز در بخار زنگ می‌زنند و باید در فور سترون شوند. آینه‌ها هم بهتر است در فور قرار گیرند زیرا در اتوکلاو آسیب می‌بینند. برخی از تری‌های قالب‌گیری از جنسی هستند که نمی‌توان آنها را داخل اتوکلاو کرد بلکه باید در فور قرار داد و یا باید ضدعفونی کرد و یا اینکه از فرم یک بار مصرف آن استفاده نمود(۵).

هندپیس‌ها به دسته چاقوی جراحی شباهت دارند. روی این وسایل به شدت با بزاق و خون آلوده می‌شود. هر چند به علت مکیده شدن مواد به داخل لوله آب و هوا، داخل هندپیس‌ها هم آلوده می‌شود. بنابراین گندزدایی قسمت بیرونی هندپیس‌ها کافی نیست و باید سترون شوند. امروزه اگر درجه حرارت مجاز را کارخانه معلوم کرده باشد، می‌تواند هندپیس‌ها را استرون کرد. از آنجا که خرید هندپیس‌ها سرمایه عمده‌ای لازم دارد بنابراین بهتر است از خرید هندپیس‌هایی که اتوکلاو نمی‌شوند خودداری کرد(۱).

روشهای غلط استریلیزاسیون می‌تواند بی‌تردید عمر کاری هندپیس را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد. اصولاً تمیز کردن و روغن کاری مؤثر و مرتب باید عمر هندپیس را افزایش دهد ولی در عمل همیشه این طور نیست. قبل از استریل کردن و در مواردی بعد از آن حتماً باید هندپیس تمیز شود و با روغنی که کارخانه توصیه کرده است روغن کاری گردد(۲). توصیه شده که پس از سترون شدن باید صبر کرد تا هندپیس خشک و خنک شود. اگر لازم است چرب گردد و سپس به شلنگ متصل شود و بکار بیفتد تا زیادی ماده چرب کننده خارج شود. اگر وسایل و ابزار در ماشین اتوکلاو درست و مرتب جای داده نشود، گردش بخار و گرما یکنواخت نخواهد بود بنابراین سترون کردن از این طریق میسر نمی‌باشد. به این ترتیب توده‌ای از هوا در اتوکلاو جمع می‌شود و از سترون شدن وسایل جلوگیری می‌کند(۱).

استفاده نادرست از پارچه‌ها، چین نادرست وسایل در محفظه، وجود هوا در محفظه، بد کار کردن استریلیزاتور و وجود آب اضافی در بخار از مشکلات استریلیزاسیون با بخار می‌باشند(۳). وجود هوا در داخل اتوکلاو، به دلیل جلوگیری از تماس بخار با کلیه سطوح و در نتیجه استریل نشدن وسایل مطلوب نیست. وسایل بسته بندی شده، وسایل طویل و توخالی و منسوجات دشوارترین وسایل برای خارج سازی هوا و نفوذ بخار هستند(۴).

\*- Punch



اتوکلاوها عموماً توسط فشار تنظیم می‌گردند، به عنوان مثال در بخار خالص (درجه اشباع ۰/۸ تا یک) با فشار دو بار<sup>\*</sup>، دمای بخار باید ۱۳۴ درجه سانتی‌گراد باشد ولی در صورت وجود مخلوط هوا و بخار این درجه حرارت به مراتب پایینتر خواهد بود در صورتی که فشارسنج همان دو بار را نشان خواهد داد(۴).

در صورت بروز چنین اتفاقی واضح است که وسایل آلوده است. به طور کلی یک مشکل عمومی در دستگاههای اتوکلاو که به سیستم تخلیه هوا مجهز نیستند، عدم تمایل اختلاط هوا و بخار می‌باشد. پمپ خلاء در آغاز مراحل استریلیزاسیون با ایجاد مکش هوای داخل محفظه را تخلیه کرده و سپس بخار وارد دستگاه می‌شود. استریل کردن وسایلی که از مواد متخلخل ساخته شده‌اند در مقایسه با سایر وسایل بسیار دشوار است، بعضی از این وسایل عبارتند از منسوجات و ابزار بسته‌بندی شده که هوا در آن حبس می‌گردد. در زمان تخلیه، هوای داخل محفظه و بسته‌ها به بیرون مکیده شده و عموماً هر چه زمان مکش بیشتر باشد، جایگزین شدن بخار مؤثرتر خواهد بود. متناسب با افزایش فشار منفی داخل محفظه، خارج سازی هوا دشوارتر می‌گردد و به همین دلیل دستگاههای خودکار امکان کاهش فشار (تخلیه) و وارد ساختن بخار را در چند مرحله فراهم می‌سازند. در این روش بخار به طور متناوب جایگزین هوا شده و راندمان بالاتری نسبت به تخلیه تنها دارد(۴).

در پی هر تخلیه بخار به عمق بیشتری نفوذ خواهد کرد. در شرایطی که دستگاهها مجهز به پمپ‌های تخلیه نباشند به منظور ایجاد جریان و نفوذ مطلوب بخار به داخل وسایل متخلخل باید در بسته بندی دقت مضاعف کرد و آنها را داخل دستگاه قرار داد. باقیماندن هوا در داخل محفظه و یا وسایل ممکن است به دلیل مشکل پمپ خلاء و نشست هوا به داخل محفظه از طریق درب باشد و یا اینکه هوا همراه با بخار از طریق لوله ورودی وارد دستگاه شود.

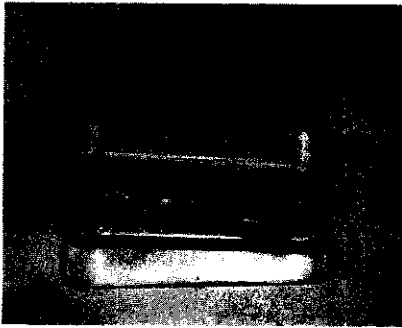
در صورت وجود هوا داخل محفظه و یا بسته پس از وارد کردن بخار، هوای محبوس به مرکز بسته حرکت می‌کند و نقطه‌ای سرد به دلیل نرسیدن بخار و دما به این منطقه بوجود می‌آید. تغییرات جزئی دما در حد چند درجه سانتی‌گراد بین مرکز بسته و محفظه باعث استریل نشدن وسایل می‌گردد(۴).

\* 2/2 Bar=30psi

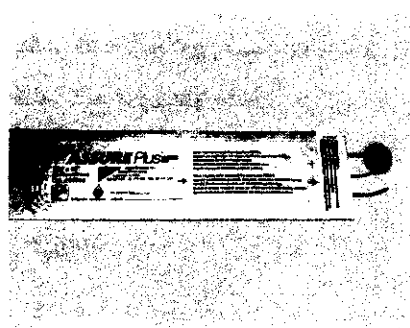
## نگهداری وسایل در محیط عاری از میکروب (۱)

سومین قسمت فرآیند سترون کردن، نگهداری وسایل در محیط عاری از میکروب است. اگر وسیله خوب و تمیز سترون گردد و بعد بدون پیچیدن در یک محیط سترون در کشورها شود تلاشی بیهوده صورت گرفته است. بهترین راه نگهداری وسایل سترون قرار دادن آنها در یک محافظ و گذاشتن در جای خشک است (۱).

به طور اساسی، دو سیستم مفید برای حفظ وسایل سترون شده وجود دارد: سینیهای مخصوصی با درپوش و کیسه‌های سترون (پاکت‌های استریلیزاسیون) (شکل ۲ و ۳).



شکل ۲ - سینی مخصوص قرار دادن وسایل



شکل ۳ - پاکت‌های استریلیزاسیون

وسایل در داخل سینی سترون می‌شوند و پس از اتمام کار درپوش سینی گذارده می‌شود. وقتی درپوش سینیها گذاشته شد شبیه ظروف شیشه‌ای آزمایشگاه (ظروف پتری) عمل می‌کند. سینی سترون با درپوش کیپ و هوابندی شده را می‌توان سالهای سال به طور مطمئن نگهداری کرد، بدون آنکه خطری متوجه آن باشد. وسایل درون جعبه باید خشک باشند زیرا فعالیت‌های زیست شناختی در محیط نم‌دار صورت می‌گیرد (۱).

اگر آبی موجود نباشد، در نتیجه هیچ‌گونه متابولیسم میکروبی نیز صورت نمی‌گیرد. پاکت‌ها یا کیسه‌های استریلیزاسیون را قبل از این فقط برای استفاده در اتوکلاوهای تخلیه‌ای توصیه می‌کردند. مطالعات اخیر نشان داده است که چنانچه هوای داخل کیسه با فشار خارج شود می‌توان این روش نگهداری را در اتوکلاوهایی که دستگاه تخلیه ندارند به کار برد (۱).

از سترون شدن مرطوب‌اند، وسایل ممکن است دوباره آلوده شوند. مکانیزم این عمل چنین است که میکروارگانیسم‌ها ممکن است از طریق آب داخل کیسه نفوذ کنند، اما مطالعات (Matin<sup>(۱)</sup>) نشان داده است که این پدیده روی نمی‌دهد و به نظر وی کیسه‌ها روش سالم و مناسبی برای نگهداری عاری از میکروب وسایل دندانپزشکی هستند مشروط به اینکه آنها شاخص استریلیزاسیون را داشته باشند، آنها را باید خشک نگه داشت. این کیسه‌ها برای حفظ وسایل جراحی که به طور متناوب استفاده می‌شوند، مفیدند<sup>(۱)</sup>.

وسایلی که به طور غلط استریل شده‌اند یا پس از خروج از اتوکلاو کاملاً خشک نشده‌اند، به احتمال زیاد عمر مفیدشان کاهش می‌یابد<sup>(۲)</sup>.

اگر ابزار بسته‌بندی نشود، باید پس از بیرون آوردن از اتوکلاو و یا فور دست کم با پوشش پاکیزه سترون پوشانده و با وسیله‌ای سترون برداشته یا جابه‌جا شود. این ابزارها را نمی‌توان انبار کرد و باید به فاصله کوتاهی استفاده کرد<sup>(۵)</sup>.

آب اضافی ابزار قبل از قرار دادن در اتوکلاو بایستی گرفته شود و اگر قرار است داخل کاغذ بسته‌بندی گردد ابتدا به طور کامل خشک شود تا کاغذ سوراخ نگردد.

در بسته‌بندی چسب اتوکلاو زده شود و سوزن استفاده نگردد زیرا بسته را سوراخ می‌کند و هیچ‌گاه از بیش از دو لایه برای بسته‌بندی استفاده نگردد. برای اتوکلاو می‌توان از پارچه نازک کتان یا کاغذ مناسب استفاده کرد. برخی بسته‌بندی‌های کاغذی دارای شاخص‌های شیمیایی نیز می‌باشند<sup>(۵)</sup>. از ظروف سربسته بدون سوراخ فلزی یا شیشه‌ای یا از فویل آلومینیومی برای بسته بندی وسایل و ابزار نباید استفاده کرد. طول مدتی که می‌توان از بسته‌بندی سترون استفاده کرد، بسته به دقت نگهداری آنها تفاوت دارد و در بهترین شرایط معمولاً بیش از یک ماه نیست. بسته‌های سترون شده‌ای که روی زمین بیفتند، فشرده، پاره یا خیس گردند حالت سترون خود را از دست می‌دهند و نباید استفاده شوند.

بسته‌های سترون شده را باید در جایی نگهداری کرد که خشک باشد، نم و رطوبت نداشته باشد، گرد و خاک روی آن رسوب نکند و با در و دیوار تماس پیدا نکنند.

## پایش سترون سازی

با این منظور که هدف از سترون سازی، نابودی تمام اشکال میکروبی است، همواره احتمال سترون نشدن یکی از اقلام وجود دارد. برای مثال، اگر میزان اطمینان موردنظر از فرآیند سترون سازی شش باشد، احتمال نارسایی فرایند و وجود شی غیر سترون یک در میلیون است یا در ۹۹/۹۹۹۹٪ موارد مشکلی وجود ندارد (۵). اطمینان از استریلیزاسیون Sterility Assurance Level (SAL) نامیده می شود (۴) و استاندارد اروپایی EN۵۵۶ بر این اساس است که احتمال زنده ماندن یک در میلیون اسپور وجود داشته باشد.

به منظور دستیابی به چنین میزانی، پایش سترون سازی به عنوان بخشی از فرآیند کلی سترون کردن، مورد نیاز است. این پایش به سه شکل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک انجام می شود (۵). اختلال یا نارساییهایی که در فرآیند سترون سازی با گرما صورت می گیرد یا به دلیل بی کیفیتی عامل سترون کننده است (برای مثال، بخار دمای کافی نداشته یا زمان کافی نبوده است) یا تماس مستقیم لازم بین عامل سترون کننده و سطوح اقلام موردنظر بوجود نیامده است (برای مثال شی مورد نظر خوب پاکیزه نشده است، بسته بندی نامناسب بوده، یا بیش از اندازه ابزار و وسایل درون دستگاه قرار داده شده و فاصله بین آنها هم رعایت نشده است) (۵). کارایی واقعی فرآیند سترون سازی\* را تنها با شاخصهای بیولوژیک می توان پایش کرد. بدیهی است برای نابودی باکتری ها، مراحل استریلیزاسیون باید برای مقاومترین اسپور در نظر گرفته شود (۴). نوع بیولوژیک معمولاً کشتهای باسیل نوع باسیلوس استتاروترموفیلوس یا باسیلوس سابتیلیس هستند.

نوار آزمون ب. سابتیلیس برای سترونی با گرمای خشک و نوار آزمون ب. استتاروترموفیلوس برای سترونی اتوکلاو بکار می روند. بعد از استفاده، نوارها در یک محیط مناسب کشت داده می شوند و هر نوع رشد میکروبها نشان دهنده شکست فرآیند سترونی است (۱).

ممکن است بسته به روش استفاده دقیق آنها نتیجه غیرعادی از این شاخصها گرفته شود. برای دست اندرکاران، کشت دادن این باکتری ها نیز مشکل و اغلب پرزحمت است (۱).

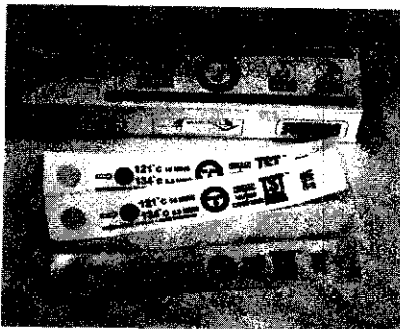
شاخصهای سترونی از نوع غیر بیولوژیک معمولاً بر اساس خواص فیزیکی یا شیمیایی عمل می کنند. معتبرترین نوع این شاخصها ترموکوبل مدرجی است که به یک زمان سنج متصل است.

\* - Sterilization Indicator

Archive of SID  
این ترموکوپل‌ها معتبر و دقیق هستند و شاید آزمون نهایی برای فرآیندهای سترونی وابسته به گرما باشند(۱).

بسیاری از اتوکلاوها ترموکوپلی دارند که به یک ریزپردازنده متصل است و در کل معتبرند. توصیه می‌شود این وسایل سالی یک بار کالیبره شوند.

انواع مختلف شاخص‌هایی که با مواد شیمیایی عمل می‌کنند در دسترس است. نوار چسب‌های اتوکلاو، نوارهای اتوکلاو که در داخل بسته بندی قرار می‌گیرد و تیوب‌های براون\* شاخص‌هایی هستند که نشان می‌دهند دستگاه به دمای دقیق رسیده است، زمان در استفاده از این وسایل حذف می‌شود. شاخص‌هایی مثل نوار TST (زمان، بخار، حرارت) برای نشان دادن سترونی در اتوکلاو مفیدند. (شکل ۴ و ۵)(۱).



شکل ۴- نوار زمان، بخار، حرارت



شکل ۵- تیوب‌های براون

شاخص‌های شیمیایی به طور کلی دو نوعند:

الف) شاخص‌هایی که به سرعت تغییر رنگ می‌دهند مانند چسب اتوکلاو که با استفاده از این شاخص‌ها فقط می‌توان گفت که دمای دستگاه به اندازه سترون کردن رسیده است ولی این پرسش که دما تا چه مدت به این اندازه مانده یا همین شرایط در داخل بسته‌بندی ابزار نیز وجود داشته یا نه را نمی‌توان پاسخ داد(۵).

ب) شاخص‌هایی که به کندی تغییر رنگ می‌دهند و داخل هر بسته قرار داده می‌شوند (نوارهای شاخص شیمیایی). عوامل دما و زمان (و گاه وجود بخار) همراه با هم روی این شاخص‌ها تأثیر می‌گذارند و به کندی تغییر رنگ یا شکل می‌دهند. بنابراین دما دست کم باید برای مدتی در اندازه سترون کردن باقی مانده باشد. همچنین این شاخص از شرایط داخل بسته‌بندی

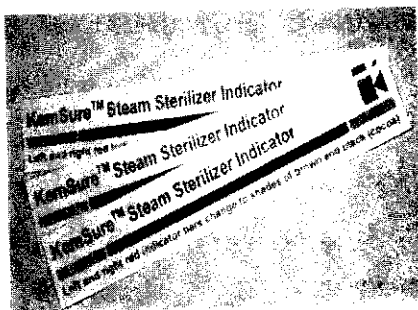
\*- Browns Tubes

هم خبر می‌دهد. از این شاخصها در ایران استفاده می‌شود(۵). شاخصهای شیمیایی دو مزیت دارند، نخست، اینکه وقتی به بسته بندی، شاخص خارجی (مثل چسب اتوکلاو) زده شده باشد، می‌توان بسته‌هایی که در گرما قرار گرفته‌اند را از بقیه مشخص کرد. بنابراین اشتباهی در استفاده از ابزارهای سترون نشده صورت نمی‌گیرد. مزیت دیگر این است که می‌توان بر حسب اینکه شاخص در کجای بسته بندی قرار گرفته باشد در مورد رسیدن دمای سترون کننده به آن قسمت نظر داد(۵). در تشخیص وجود هوای محبوس در بسته‌ها، روش سنتی انجام این مهم آزمون (B&Bowie Dick) برای تعیین میزان و یا قابلیت نفوذ بخار به داخل بسته‌هاست.

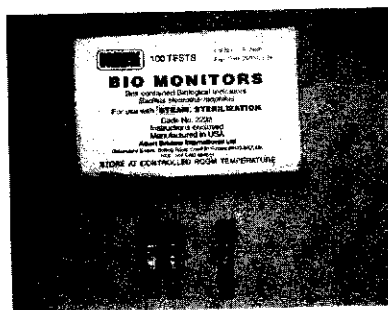
بخار به داخل بسته نفوذ نخواهد کرد مگر اینکه هوای آن خارج شده باشد. یکی دیگر از روشها نصب سنسورهای تشخیص دهنده هوای محبوس بر روی دستگاه اتوکلاو است. یک روش دیگر آزمایش تعیین میزان نشت از اتوکلاو است.

آزمون معروف B & D، روزانه پس از گرم کردن دستگاه انجام می‌پذیرد (دستگاه برای یک سیکل کامل بدون وسیله روشن می‌شود). این آزمایش در آغاز ساعت کاری و قبل از شروع استریل کردن وسایل انجام می‌پذیرد. این آزمایش برای انجام روزانه و دوره‌ای توسط کاربر به منظور حصول اطمینان از عملکرد دستگاه طراحی شده است.

این آزمون نمایشگر استریل شدن وسایل نیست بلکه برای نشان دادن نحوه خروج هوای محیط بسته و جایگزین شدن آن توسط بخار طراحی گردیده است و یکی از بهترین روشهای تعیین کیفیت بخار و میزان نفوذ آن به داخل بسته استاندارد متخلخل است، لذا در جهت کنترل امر استریلیزاسیون و میزان استریلیتی ابزار جراحی، استفاده از آزمونهای میکروبی و آزمونهای B & D، MVI و TST توصیه می‌شود(۴). (شکل ۶ و ۷)



شکل ۷- تست تعیین نفوذ بخار به داخل بسته



شکل ۶- آزمونهای بیولوژیک

وجود چسبهای نواری شکل که بر روی بسته‌ها زده می‌شود فقط بیانگر این مطلب است که این بسته از CSR به اتاق عمل آمده و تغییر رنگ خطوط مورب روی چسب به هیچ عنوان نشان دهنده میزان استریل بودن ابزار جراحی داخل بسته نیست.

### بحث و نتیجه‌گیری

طبق توصیه CDC، انجمن دندانپزشکی آمریکا، اداره کل ایمنی و بهداشت شغلی (OSHA)\* و دفتر روشهای ایمنی و گندزدا (OSAP)\*\*، تمام ابزارهای حساس و نیمه حساس دندانپزشکی باید سترون شوند و ضد عفونی شیمیایی توصیه نمی‌شود. روش ارجح سترون کردن ابزارها، قرار دادن در اتوکلاو است، ولی تمام وسایل و ابزارها را نمی‌توان به این روش سترون کرد، زیرا ممکن است آسیب ببینند.

اتوکلاو با استفاده از عوامل دما، بخار، فشار، زمان عملکرد داشته و میکروارگانیسم‌ها در مجاورت حرارت مرطوب، آب را جذب و مواد پروتئینی آنها، منعقد شده، از بین می‌رود و مطمئنترین روش استریلیزاسیون شمرده می‌شود.

نفوذپذیری گرمای مرطوب زیاد و این روش از دیگر روشهای سترون کردن مؤثرتر و کم‌دردتر است.

اتوکلاوهای پیشرفته دارای دستگاه تخلیه هوا هستند گران و وقت‌گیر بوده و اغلب در کارهای دندانپزشکی استفاده نمی‌شوند و اتوکلاوهایی که دستگاه تخلیه ندارند از فشار بخار وارده به دستگاه جهت خروج هوای اضافی استفاده می‌کنند اما به هر حال وجود این هوا اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین باید در نوع بسته‌بندی و بار زدن اتوکلاو و ترتیب قرار دادن وسایل و ابزار در این دستگاهها دقت کرد تا حرارت به مرکز بسته‌های حاوی وسایل برسد.

منطقی است که به هنگام خرید اتوکلاوهای رومیزی باید به موارد ذکر شده در راهنمای سازنده محصول مانند هر محصول دیگر توجه کرد.

مشکلات مربوط به اتوکلاو بخار شامل زدن وسایل و نمدار بودن وسایل است که بایستی با رعایت نکات لازم به حداقل رسانید و کنترل کرد.

\*- Occupational safety and health administration

\*\* - Office safety and asepsis procedures

برخی از لوازم و وسایل مثل فرزها و هندپیس‌ها ممکن است در جریان سترون‌سازی در اتوکلاو آسیب ببینند که نکات لازم در این مورد را بخصوص به دلیل گران بودن تجهیزاتی مثل هندپیس باید مورد دقت و توجه بیشتر قرار داد که خود در قالب مقاله‌ای جداگانه باید مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

پایش سترون‌سازی به عنوان بخشی از فرآیند کلی سترون‌کردن، مورد نیاز است که این پایش به سه شکل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک انجام می‌شود که از این میان نوع بیولوژیک مشکلتترین و در عین حال قابل اطمینانترین روش محسوب می‌گردد.

اختلال یا نارسایی در فرآیند سترون‌سازی با گرما دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد که باید با توجه به نکات کاربردی مورد بازسازی قرار گیرد تا از صحت عمل سترون‌سازی اطمینان حاصل گردد.

\*\*\*



## منابع

- ۱- مارتین، میشل. ترجمه عصمت پارسایی، فریدون جزایری، محمدرضا طاهریان، مریم مطیعا، همایون یزدانی. کنترل عفونت در دندانپزشکی (حفظ سلامت محیط دندانپزشکی و کارکنان)، چاپ اول. تهران: شرکت تعاونی دندانپزشکان ایران (نشر دندانپزشکان)؛ ۱۳۷۲.
- ۲- جدنیا کیویز؛ نیکلاس، م. ترجمه مریم قوام، فریده گرامی پناه، علی میرفضائیان. راهنمای عملی در تکنولوژی دندانپزشکی، چاپ اول. تهران: نشر ارغوان؛ ۱۳۷۶.
- ۳- دکتر فاضل، اکبر. کنترل عفونت در لابراتوار و کلینیک‌های دندانپزشکی، چاپ اول. تهران: نشر و تبلیغ بشری؛ ۱۳۷۵.
- ۴- امیدوار، معصومه. دستگاهها و روشهای استریل‌سازی در بیمارستانها. ماهنامه مهندسی پزشکی و تجهیزات آزمایشگاهی، ۱۳۸۱؛ (۱۷) ۲؛ ۲۳ - ۲۱.
- ۵- حکیم‌زاده، کامران. راهنمای پیشگیری از هیپاتیت و ایدز، چاپ اول. تهران: نشر نگارنده؛ ۱۳۸۱.
- ۶- حقیقی فرد، سید مرتضی. مجموعه خلاصه مقالات دومین کنگره کنترل عفونت‌های بیمارستانی، چاپ اول. تهران: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران؛ ۱۳۸۰، صفحه ۲۳.